

Diseño Muestral (Propuesta Metodológica) de la Población Laboral Venezolana, para Aplicaciones Ergonómicas *

Francisco José Burgos Navarrete¹

Evelin Escalona²

¹ Ingeniero Químico, MSc. Doctorando en Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela. burgosnfj@gmail.com

² Tutora, MD, MSc, PhD. Centro de Estudios de la Salud de los Trabajadores. Universidad de Carabobo (CEST-UC). Maracay. Venezuela. evelinescalona@gmail.com

* Localización: Ponencia aceptada y leída en el VIII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial Nuevas Tendencias 2015, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Bio-Bio 5,6,7 de Agosto 2015. Concepción, Chile.

Sample Design (Methodological Proposal) of the Venezuelan Labor Population, for Ergonomic Applications

Resumen

La población venezolana es multiétnica. Objetivo: determinar el tamaño muestral, que garantice representatividad y homogeneidad de la población laboral industrial venezolana, paso previo para futuras caracterizaciones antropométricas y aplicaciones ergonómicas. Base teórica: la distribución de Gauss, dado que la mayoría de las dimensiones del cuerpo humano y otros parámetros biológicos se distribuyen Normalmente (μ , σ). La investigación es: cuantitativa, de campo, con corte transversal y epidemiológica. Se realizó un sondeo, mediante un cuestionario, entre 15 empresas de la Región Central, representativo de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, establecido por las Naciones Unidas. Se empleó el estadístico de la Norma Técnica NTC colombiana 5654. Estudios previos permitieron observar las variables más representativas y, considerando sus coeficientes de variación, se establecieron el nivel de confianza y la precisión relativa. La dimensión característica fue la talla, empleada convencionalmente en la literatura sobre el tema. El tamaño muestral: $n = 185$, estratificado por sexo y edad, 124 hombres (67%) y 61 mujeres (33%); de los cuales, 32,5% pertenecen al grupo de 20-29 años, 35,0% al de 30-39 años, 23,1 al de 40-59 años y 9,4% para el grupo de 50-59 años. Este trabajo contribuye a preservar la salud y potenciar las capacidades de los trabajadores.

Palabras clave: Caracterizaciones antropométricas, Aplicaciones ergonómicas, Tamaño muestral, Población laboral industrial venezolana.

Abstract

The Venezuelan population is multiethnic. Objective: To determine the sample size, that ensures representativeness and homogeneity of the Venezuelan industrial labor population, being this sampling a prerequisite for the future anthropometric characterization and ergonomic applications. Theoretical basis: The Gaussian distribution, since most of the human body dimensions are normally distributed (μ , σ). The study is quantitative, cross-sectional and epidemiological. A previous survey was conducted by sending a questionnaire among 15 companies in the Central Region, following the International Standard Industrial Classification established by the United Nations. Was employed the statistic in the Colombian Technical Standard NTC 5654. Previous studies allowed the observation of the most representative variables and considering their coefficients of variation, the level of confidence and precision were settled on. Size was used as a characteristic dimension, which is conventionally used in the literature on the subject. Was obtained a sample size of $n = 185$, stratified by sex and age, consisting of 124 men (67%) and 61 women (33%) was obtained; of which 32.5% belong to the group of 20-29 years, 35.0% at 30-39 years, 40-59 years to 23.1 and 9.4% for the 50-59 years. This work helps to preserve health and enhance the capabilities of workers.

Keywords: Anthropometric characterization, Ergonomic applications, Sample Size, Venezuelan industrial labor population.

1. Introducción

Con la llegada de la revolución industrial, los procesos de fabricación de bienes y servicios se fueron haciendo cada vez más automatizados, requiriendo de máquinas y equipos con mejores prestaciones; con la finalidad de obtener una producción de calidad.

Es por ello, que la industria actual necesita de trabajadores altamente calificado; que posean las competencias laborales indispensables y se encuentren en las mejores condiciones físicas, mentales, con las experiencias y/o conocimientos adecuados. En relación al particular, interpretando a León Lefcovich (2013), es imposible lograr altos niveles de productividad o gestión de la calidad sin contar con un personal de calidad.

El personal de calidad, es aquél que cuenta con las aptitudes y actitudes necesarias para realizar correctamente el proceso, se trate de uno productivo, de servicio o de gestión; de lo contrario los costos se incrementarán. Ahora bien, para que se preserve la salud y se potencie las capacidades de los trabajadores, es indispensable conocer cuáles son los requerimientos ergonómicos de las máquinas, equipos y puestos de trabajo. Todo ello, es de gran importancia porque tal y como lo menciona Carmona (2013): “El trabajo es de gran interés y utilidad por cuanto supone una importante contribución al objetivo tanto de salvaguardar la salud y la seguridad de los trabajadores, como al de aumentar la eficiencia en el desempeño de su actividad laboral.” (p.15).

En virtud de los planteamientos anteriores, el objetivo de éste estudio es determinar el tamaño muestral para caracterizar antropométricamente la población laboral industrial venezolana, puesto que actualmente no se ha podido encontrar esa información; de tal manera que sirvan como referencia para el diseño ergonómico autóctono, aplicados a equipos de protección personal, muebles, vestimenta industrial, máquinas, herramientas, entre otros. Es importante acotar que desde hace años esa búsqueda ha sido infructuosa; como se puede constatar en el trabajo de Valbuena (2009), que confirma lo anterior.

De acuerdo con el párrafo precedente, esta escasez de datos antropométricos homogéneos y representativos, no abarca solamente el caso venezolano, sino que se extiende a muchos países. Sin embargo, es oportuno acotar que Méndez, López, Benaím y Maza (1996) y Ávila (2007), han compilado datos antropométricos sobre la población venezolana en general, no necesariamente aplicables a la población de mano de obra industrial, para ser utilizados en la solución de problemas ergonómicos.

Por otra parte, la diversidad étnica venezolana dificulta el muestreo para obtener una homogeneidad adecuada con respecto a la población. En relación a este parecer, Rodríguez-Larralde, Castro de Guerra, González-Coira y Morales (2001) señalan que: “La población actual de Venezuela es el producto de una población amerindia original la cual ha recibido genes europeos y africanos en distinta proporción, de acuerdo al área geográfica que se considere, por aproximadamente 20 generaciones.” (p.8).

En este orden de ideas, Araviche (2011) en su tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo (Mención Agroindustrial) de la Universidad Central de Venezuela, realizó una caracterización antropométrica de la población laboral de mano de obra directa de una industria agroalimentaria en la Región Central, en el estado Aragua, siendo éste el único estudio

relacionado con el tema que se haya publicado en Venezuela hasta la presente fecha, y que sirve de base para el desarrollo del presente trabajo.

De acuerdo al Business Encyclopedia (2014); se entiende por mano de obra directa; a los trabajadores y trabajadoras que ensamblan partes para obtener un producto terminado o quienes operan las máquinas en un proceso de producción o que laboran en el producto con herramientas. Por consiguiente, para caracterizar la población de mano de obra directa industrial venezolana (PMODIV), el primer paso es seleccionar la región geográfica con la población que la represente antropométricamente, de la cual se derivará la muestra respectiva y, en esta investigación se seleccionó la Región Central, puesto que allí la población es genéticamente más homogénea, de acuerdo a la frecuencia génica y porcentaje de mezcla, según Rodríguez-Larralde, *et al.* (2001, p.p. 1 y 11).

Ahora bien, una investigación sobre aspectos antropométricos de una población laboral, que implique varias dimensiones y se requiera obtener valores representativos de la población, es taxativo que el muestreo y el tamaño muestral se deriven del contexto y la metodología propia del campo de la antropometría. Este estudio es cuantitativo, de campo y de tipo epidemiológico, que en el caso venezolano se circunscribe a la población de la mano de obra directa industrial venezolana.

Carmona (2003) determina los datos antropométricos de la población laboral española, mientras que Estrada, Camacho, Restrepo y Parra (1998) lo realizan para la población laboral colombiana. *La data básica para ambos estudios proviene de fuentes gubernamentales, adecuadamente homogeneizadas para grupos de edad, tal y como se muestra en el Cuadro 1.*

Cuadro 1. Estratificación por edad de la población laboral española y colombiana, como referente para los estudios antropométricos respectivos.

Rangos de edad	España (2003) ¹	Colombia (1995) ²
20-29 años	33,2%	38%
30-39 años	27,6%	28%
40-49 años	21,7%	20%
50-59 años	17,5%	14%

Fuentes: 1. Carmona (2003, p.119). 2. Estrada *et al.* (1998).

Es oportuno señalar, que de acuerdo a la estratificación oficial por edad de la población laboral española y colombiana del Cuadro 1; los investigadores de cada uno de los países involucrados, utilizaron diferentes criterios en relación a la dimensión característica utilizada para la determinación de la muestra, en el primero la talla y en el segundo el peso corporal.

En virtud de estos planteamientos, a pesar de los diferentes esfuerzos realizados tanto en Venezuela como en otros países, el problema sigue vigente. De allí que, el objetivo de esta investigación es caracterizar los parámetros antropométricos de la población de mano de obra directa industrial venezolana; enfocándose en esta primera aproximación a determinar el tamaño muestral, que incluye representatividad y homogeneidad con respecto a la población multiétnica venezolana, con la finalidad de ser aplicada en el diseño ergonómico.

2. Metodología

En Venezuela, al momento de éste estudio, no se encontró información *oficial* acerca de la distribución etaria y por sexo de la mano de obra directa industrial, razón por la cual se realizó un sondeo previo, mediante un cuestionario, entre 15 empresas de la Región Central, que abarcan 10 de las 23 categorías (o divisiones) de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, establecida por las Naciones Unidas (UN/DESA, 2009).

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del sondeo realizado por el autor, que involucró a 387 trabajadores, que constituye el primer aporte y fundamental al conocimiento de cómo se constituye la población bajo estudio, representando la población de mano de obra directa industrial venezolana con la homogeneidad y la representatividad adecuada, coincidente con lo señalado por Carmona (2003, p.105).

Cuadro 2. Distribución según el sondeo de la población venezolana laboral industrial de mano de obra directa ocupada, estratificada por sexo y edad.

EDAD (años)	HOMBRES (%)	MUJERES (%)	TOTAL (%)
20-29	24,8	7,7	32,5
30-39	24,0	11,0	35,0
40-49	12,3	10,8	23,1
50-59	4,3	5,1	9,4
TOTAL	65,4	34,6	100,0

Tomando en cuenta los planteamientos anteriores, y dado que no se cuenta en Venezuela con datos oficiales estadísticos, ni suficientes evidencias sobre las características antropométricas de la mano de obra directa, ni de la indirecta industrial, es necesario apoyarse en estudios privados de casos como el de Araviche (2011) y observar cuáles son las características o variables más representativas, considerar sus coeficientes de variación, establecer el nivel de confianza y la precisión relativa que se desea alcanzar al aplicar el estadístico pertinente.

Para calcular la distribución por estratos presentada en el Cuadro 2, se procedió de igual manera que Estrada *et al.* (1998), formando cuatro clases o estratos (por edad).

Igualmente, para determinar el tamaño de la muestra se empleó el estadístico indicado en la metodología antropométrica de la Norma Técnica NTC colombiana 5654 (ICONTEC, 2008). La mencionada Norma Técnica NTC colombiana fue elaborada tomando en cuenta las normas ISO, en cuanto a su orientación, coordinación, simplificación y unificación de su uso; para conseguir menores costos y efectividad (Sans, 1998).

De acuerdo con dicha norma, para una muestra mínima con un percentil 95 y una precisión relativa del 1%, se emplea el siguiente estadístico:

$$N = \left(\frac{1,96 \times CV}{a} \right)^2 \times 1,534^2$$

o lo que es lo mismo,

$$n \geq \left(3,006 \times \frac{CV}{a} \right)^2 \quad (1)$$

Los componentes del tamaño muestral son:

- **1,96**, que es el valor crítico (**Z**) para el intervalo de confianza del 95 % en distribuciones normales.
- **a** es el coeficiente de error admisible, el cual es fijado por el investigador, en este caso 1%, que influye sobre el tamaño de la población accesible, que depende del tiempo y de los recursos del investigador según Ary, Jacobs, y Razavieh (1989). Por lo tanto, el tamaño muestral es una función decreciente respecto al error permitido.
- **CV** es el coeficiente de variación, siendo $CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$ donde $\bar{x}$ es la media y **SD** la desviación estándar de la población para la dimensión corporal que se quiere analizar.

En este mismo plano definitorio, el tamaño de la muestra se obtuvo tomando en cuenta que al inicio de esta investigación se desconocía los verdaderos valores de la media (50 percentil) y la desviación estándar (SD), de la población objetivo. Por lo tanto, se establecieron los valores obtenidos por Araviche (2011), en cuanto a la dimensión característica de la talla; la cual es utilizada según lo planteado por Carmona (2003, p.104), pues tiene típicamente un CV bajo, que conduce a tamaños de muestra más pequeños y, por consiguiente permite una disminución de los costos de la investigación.

Dado que al inicio de este estudio de la población objetivo se desconoce los verdaderos valores de la media (50 percentil) y la desviación estándar (SD), el estimado de estos valores se toma de un estudio de caso (Araviche, 2011) que se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Estimados Antropométricos de la población de mano de obra directa de la empresa Van Heel Industrial, C.A., ubicada en Cagua, estado Aragua.

Dimensión corporal	Hombres (n = 29)			Mujeres (n = 23)		
	50 percentil (mm)	DE	CV	50 percentil (mm)	DE	CV
Max. Alcance Vertical	2.048	79,76	3,89	1.919	60,02	3,13
Talla	1.676	62,20	3,71	1.577	40,87	2,59
Altura de Ojos	1.563	59,06	3,78	1.485	33,60	2,26
Altura de Hombros	1.391	51,53	3,70	1.307	36,90	2,82
Altura de Codos	1.071	40,04	3,74	1.020	32,27	3,16
Altura de Punta de Dedos	629	30,36	4,83	619	28,29	4,57
Altura de Rodillas	518	24,92	4,81	464	13,53	2,92
Altura Espina Iliaca Antero Posterior	938	40,14	4,28	874	29,74	3,40
Envergadura	1.735	74,75	4,31	1.555	49,74	3,20
Máximo Alcance Horizontal	735	34,05	4,63	671	28,80	4,29
Peso Corporal	76	16,36	21,53	72	17,21	23,90
Índice de Masa Corporal	27	5,00	19,23	29	6,63	22,86

Fuente: Araviche (2011).

Del Cuadro 3 se selecciona como *dimensión característica* la talla, la cual es utilizada según lo planteado por Carmona (2003, p.104), pues tiene típicamente un CV bajo, que conduce a tamaños de muestra más pequeños y, por consiguiente permite una disminución de los costos de la investigación.

3. Resultados

Siguiendo aquí el criterio de la norma ISO 1553 (ICONTEC, 2008), se admite sobre el valor medio de la *dimensión característica un error en su determinación* del orden de 16,79 mm, que en el caso de los hombres equivale a $(16,79/1676) (100) = 1\%$, por lo que para aplicar la fórmula, el porcentaje de precisión relativa deseado es $a = 1$.

Por lo tanto, empleando para hombres y mujeres el porcentaje de precisión relativa $a = 1$ y el pertinente Coeficiente de Variación descrito en el Cuadro 2, al calcular el tamaño de la muestra (n), empleando la fórmula correspondiente (Ecuación 1) de la Norma Técnica NTC colombiana 5654 (ICONTEC, 2008), se obtiene el segundo aporte el cual se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Tamaño de la muestra de éste estudio en función de los CV de la talla, determinada por Araviche (2011) y empleando la norma NTC colombiana 5654.

	Hombres	Mujeres	Total
CV (máx.)	3,71	2,59	-----
<i>n</i>	124	61	185
%	67	33	100

Para obtener una homogeneidad adecuada respecto a la población, el tamaño de muestra total ($n = 185$) debe estratificarse proporcionalmente de acuerdo con los resultados de la distribución por edades, muestreo probabilístico y estratificado (Maneiro y Mejías 2010, p.24), surgidos en el sondeo inicial (Cuadro 2), lo que da como resultado el tercer aporte que lo constituyen las cifras estratificadas por edad y género, que se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución de la muestra por sexo y edad

EDAD (años)	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	
			<i>n</i>	%
20-29	46	14	60	32,5
30-39	45	20	65	35,0
40-49	25	18	43	23,1
50-59	8	9	17	9,4
TOTAL	124	61	185	100,0
%	67	33	100	

Al contrastar la data del Cuadro 1 con la del Cuadro 5, se detecta que las distribuciones de las poblaciones laborales española y colombiana siguen un patrón triangular muy similar, sin embargo según el Cuadro 2, *la distribución de la población de mano de obra directa industrial venezolana es atípica*, dado a lo estrecho de la base o el primer estrato conformado por los sujetos de 20 a 29 años de edad, hallazgo que corresponde al cuarto aporte del presente trabajo.

Conclusiones

Se alcanzó el objetivo de determinar el tamaño muestral estratificado de la población de mano de obra directa industrial, que se basó en aquella asentada en la Región Central venezolana, por considerarse la más homogénea genéticamente y por estar en la zona de mayor desarrollo industrial del país.

En este sentido, el tamaño mínimo de la muestra se obtuvo a través de la ecuación (1) y fue presentada en el Cuadro 5.

El determinar el tamaño de la muestra estratificada por edad y género, es un aporte para el logro de las buenas prácticas ergonómicas y, la caracterización de los parámetros antropométricos de la población laboral industrial de mano de obra directa venezolana, lo cual contribuye a preservar la salud y potenciar las capacidades de los trabajadores.

Referencias bibliográficas

Ary, D.; Jacobs, L.; Razavieh, A. (1989). *Introducción a la investigación pedagógica*. (2ª Edición). México: McGraw-Hill.

Ávila, R. (2007). *Dimensiones Antropométricas de la Población Latinoamericana*. México - Cuba - Colombia- Chile - Venezuela. (2ª edición). Universidad de Guadalajara, México

Business Encyclopedia. (2014). Direct and Indirect Labor Overhead Explained Updated 2015-03-14. ISBN 978-1-929500-10-9 Consultado el 15 de marzo de 2015 desde <https://www.business-case-analysis.com/direct-labor.html>

Carmona, A. (2003). *Datos antropométricos de la población laboral española. Aplicados al diseño industrial*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid. España

Estrada, J.; Camacho, J.A.; Restrepo, M.T.; Parra, C.M. (1998). *Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995 (ACOPLA 95)*. Universidad de Antioquia Instituto de Seguros Sociales Investigación Nacional. Rev. Facultad Nacional Salud Pública, 15(2):112-139. Medellín, Colombia. (On line) Consultado el 08-12-13 de: <http://tucanos.udea.edu.co/investigacion/index.php/men-gruposinv/men-gruposol/15-cat-sao>

Maneiro, N.; Mejías, A. (2010). *Estadística para ingeniería. Una herramienta para la gestión de la calidad*. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

Méndez, H.; López, M.; Benaim, G.; Maza, D. (1996). *Proyecto Venezuela “Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la Población de la República de Venezuela”*. ISBN 980-07-1901-6. Talleres de FUNDACREDESA 1995. Caracas, Venezuela.

León Lefcovich, M. (2013). Gestión centrada en desperdicios. *GestioPolis*. Consultado el 21 de Junio de 2014 desde <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/gestion-centrada-en-desperdicios.htm>

Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales – UN/DESA. (2009). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU). New York, ONU/DAES/STAT, *Informes estadísticos, Serie M, No. 4/Rev. 4*. [On line] Consultado el 04-08-2014 de: http://unstats.un.org/unsd/publication/seriesM/seriesm_4rev4s.pdf

Norma Técnica Colombiana NTC 5654 (ICONTEC, 2008). *Requisitos generales para el establecimiento de una base de datos antropométricos*. Bogotá, Col. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). [En línea] Consultado el 10-03-14 de: <http://www.icontec.org/index.php/es/>

Rodríguez-Larralde, A.; Castro de Guerra, D.; González-Coira, M.; Morales, J. (2001). Frecuencia génica y porcentaje de mezcla en diferentes áreas geográficas de Venezuela, de acuerdo a los grupos RH y ABO. *Interciencia*, Ven., 26(1):08-12

Sans, M.C. (1998). Las Normas ISO. Biblio 3W. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona (Online) Revisado el 14-02-14 de: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-129.htm>

Valbuena, R. (2009). Tablas de clasificación de prueba para determinar el nivel de la capacidad física “resistencia” de estudiantes de educación física del Instituto Pedagógico. *Investigación y Postgrado*. v.24 n.1 Caracas ene. 2009. Consultado Junio 6, 2014 Desde http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-00872009000100006&script=sci_arttext



SE CERTIFICA

QUE LA PONENCIA TITULADA

Diseño Muestral (Propuesta Metodológica) de la Población Laboral Venezolana, para Aplicaciones Ergonómicas.

AUTORES

Francisco José Burgos Navarrete, Evelin Escalona

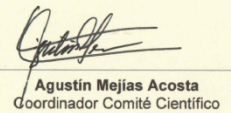
Se Presentó en el VIII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial Nuevas Tendencias 2015, realizado en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Bío-Bío.

En virtud a su trayectoria profesional y aporte a la Academia a través de sus estudios, investigaciones y publicaciones académicas que han contribuido al desarrollo de la profesión de Ingeniería Industrial

5, 6 y 7 de agosto de 2015, Concepción, Chile


Juan Santelices Malfanti
Coordinador General




Agustín Mejías Acosta
Coordinador Comité Científico

